

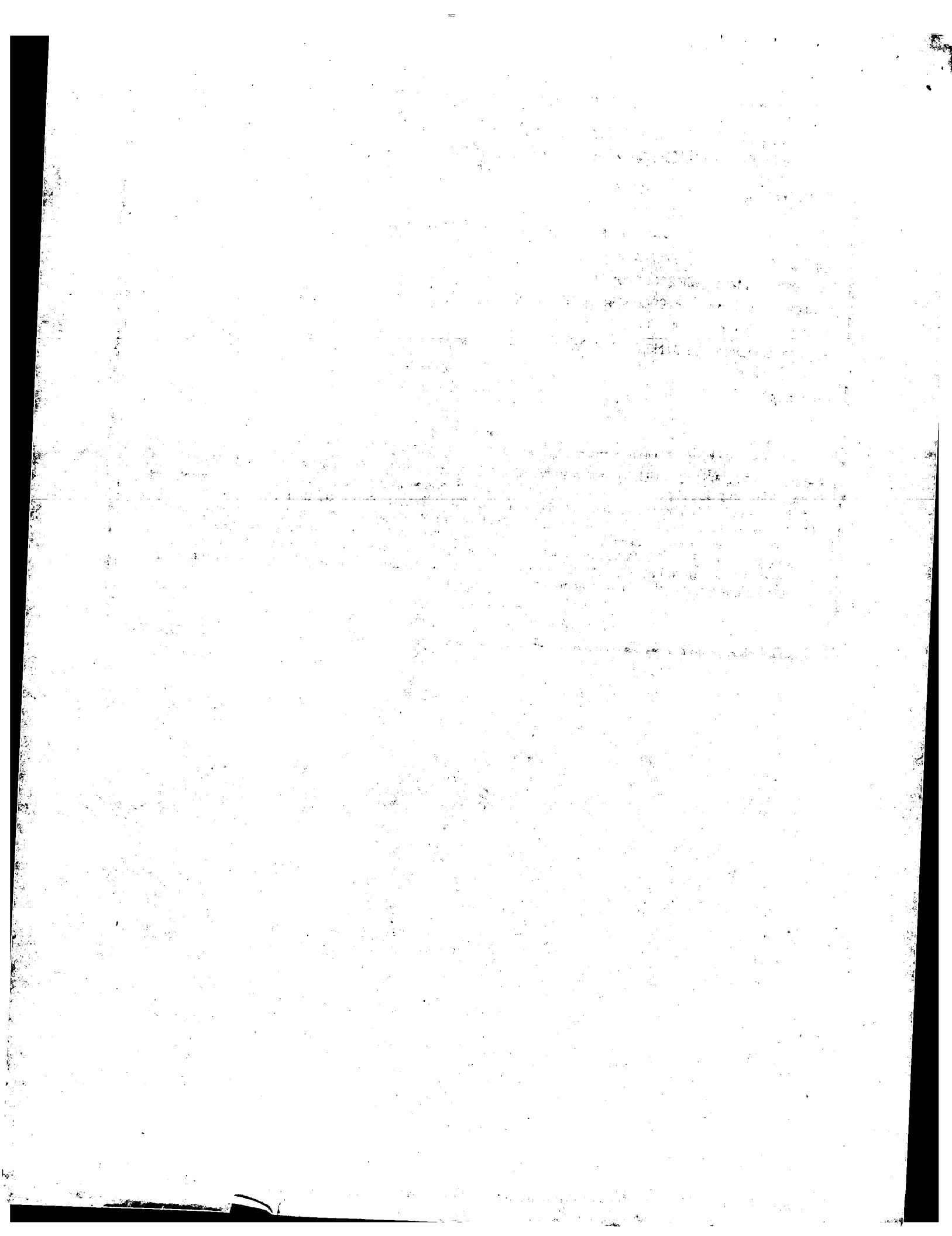
CAPTURING AMOUNT CALCULATING METHOD OF PARTICULATE FILTER AND REGENERATING METHOD

Patent Number: JP2000170521
Publication date: 2000-06-20
Inventor(s): TAWARA ATSUSHI; SUGIYAMA TOSHIHISA
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP
Requested Patent: JP2000170521
Application Number: JP19980348522 19981208
Priority Number(s):
IPC Classification: F01N3/02; F02D41/04
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately calculate the capturing amount of a particulate filter.
SOLUTION: Individual particulate filters (DPF) 40 are disposed in the respective cylinder exhaust ports of a diesel engine 1. The electronic control unit(ECU) 30 of the engine calculates a particulate amount PMR generated per unit time from the engine based on an engine load and a revolution speed, and also calculates the rate (capturing efficiency) K1 of those captured by the DPF among particulates generated in the engine. The ECU 30 calculates PMR and K1 for each unit time, and calculates the amount of actually captured particulates by the DPE by integrating the values of PMR× K1. Thus, the amount of particulates captured in the DPE is accurately calculated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-170521

(P2000-170521A)

(43)公開日 平成12年6月20日 (2000.6.20)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 01 N 3/02	3 2 1	F 01 N 3/02	3 2 1 K 3 G 0 6 2
	3 0 1		3 0 1 K 3 G 0 9 0
F 02 D 41/04	3 8 0	F 02 D 41/04	3 8 0 Z
// F 02 M 25/07	5 8 0	F 02 M 25/07	5 8 0 D

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平10-348522

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22)出願日 平成10年12月8日 (1998.12.8)

(72)発明者 田原 淳

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 杉山 敏久

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

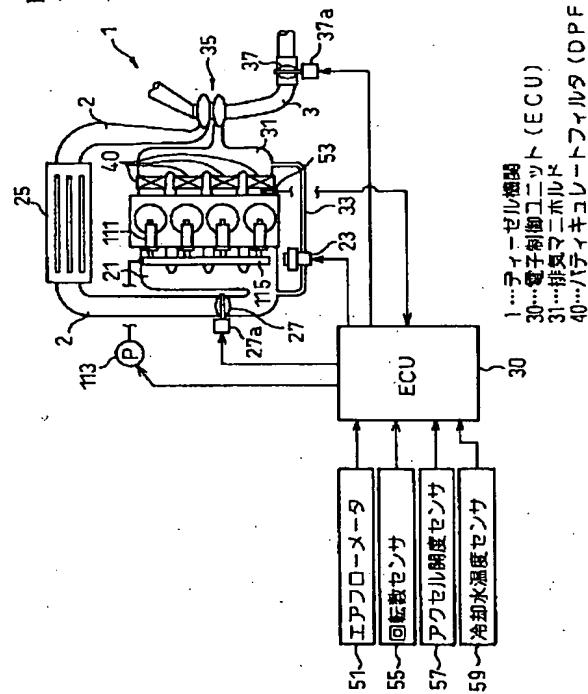
(54)【発明の名称】 パティキュレートフィルタの捕集量算出方法及び再生方法

(57)【要約】

【課題】 パティキュレートフィルタの捕集量を正確に算出する。

【解決手段】 ディーゼル機関1の各気筒排気ポートに個別のパティキュレートフィルタ(DPF)40を配置する。機関の電子制御ユニット(ECU)30は機関負荷と回転数に基づいて機関から単位時間当たりに発生するパティキュレート量PMRを算出するとともに、機関で発生したパティキュレートのうちDPFに捕集されるものの割合(捕集効率)K1を算出する。ECU30は、PMRとK1とを上記単位時間毎に算出し、PMR×K1の値を積算することによりDPFに実際に捕集されているパティキュレート量を算出する。これにより、正確にDPFに捕集されたパティキュレート量を算出することが可能となる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法であって、

機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出するとともに、機関の運転状態に基づいてパティキュレートフィルタの捕集効率を算出し、前記算出したパティキュレート排出量と捕集効率とに基づいてパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートの量を算出し、該算出されたパティキュレートの量に基づいてパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 2】 請求項 1 の算出方法において、更に一定時間毎に前記パティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレート量を算出し、該捕集されるパティキュレートの量を積算することによりパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 3】 請求項 1 の算出方法において、更に機関の運転状態に基づいてパティキュレートフィルタ内で燃焼するパティキュレートの量を算出し、前記算出されたパティキュレート捕集量を前記燃焼するパティキュレートの量に基づいて補正するパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の算出方法を用いてパティキュレート捕集量を算出し、パティキュレート捕集量が予め定めた第 1 の量に到達したときにパティキュレートフィルタ内のパティキュレートを燃焼させる再生操作を行い、再生操作終了後にパティキュレートの捕集を再開するとともに、再生操作終了までに燃焼したパティキュレートの量が予め定めた目標燃焼量より少ない場合には、前記捕集再開後にはパティキュレート捕集量が前記第 1 の量より小さい第 2 の量に到達したときに前記再生操作を行なうパティキュレートフィルタ再生方法。

【請求項 5】 内燃機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出し、該パティキュレート排出量に基づいてパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法であって、

機関の EGR 装置により機関吸気系に再循環される再循環排気量に基づいて前記機関のパティキュレート排出量を補正し、補正後のパティキュレート排出量に基づいて前記パティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 6】 内燃機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出し、該パティキュレート排出量に基づいて、パティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレートフィルタの捕集量算出方法であって、

機関温度に基づいて前記機関のパティキュレート排出量を補正し、補正後のパティキュレート排出量に基づいて前記パティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 7】 前記パティキュレート排出量の補正を機関回転数に応じて異なる方法を用いて行なう請求項 6 に記載のパティキュレート捕集量算出方法。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の算出方法を用いてパティキュレート捕集量を算出し、パティキュレート捕集量が予め定めた量に到達したときに機関排気流量を絞る排気絞りにより排気温度を上昇させてパティキュレートフィルタ内のパティキュレートを燃焼させる再生操作を行うパティキュレートフィルタ再生方法であって、再生操作時に前記排気絞りとともに機関排気再循環の停止、吸気絞りの開放、燃料噴射時期の遅角のうち少なくとも 1 つを実行するパティキュレートフィルタ再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレート量を算出するパティキュレート捕集量算出方法及び、パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させてパティキュレートフィルタを再生するパティキュレートフィルタ再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関、特にディーゼル機関の排気中にはカーボン等を主成分とする排気微粒子（パティキュレート）が比較的多量に含まれている。このため、これらのパティキュレートの大気放出を防止するために、機関の排気通路に例えばセラミック製等のパティキュレートフィルタを配置してフィルタを通過する排気中のパティキュレートを捕集する方法が提案されている。

【0003】このようなパティキュレートフィルタを使用した場合には、機関の運転とともにフィルタに捕集されるパティキュレートの量（パティキュレート捕集量）が増大し、フィルタでの排気圧力損失が増大するようになる。フィルタでの圧力損失が過大になると、背圧の過大な上昇のために機関性能の低下や燃費の悪化が生じるようになる。パティキュレート捕集量の増大により機関性能の低下等が生じることを防止するためには、パティキュレート捕集量が背圧の過大な上昇を生じる量に到達する前にフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させる、いわゆるパティキュレートの再生操作を行なうことが必要となる。

【0004】パティキュレートフィルタの再生操作を適切に行なうためには、パティキュレート捕集量を正確に把握し、上述のように捕集量が背圧の過大な上昇を生じる量に到達する前にパティキュレートフィルタの再生操

作を行なう必要がある。このため、パティキュレート捕集量を正確に推定することが重要となる。パティキュレート捕集量を推定して、推定したパティキュレート量が所定値に到達したときにパティキュレートフィルタ再生操作を行なう装置の例としては、例えば特開平7-317529号公報に記載されたものがある。

【0005】同公報の装置は、ディーゼル機関の排気通路に配置したパティキュレートフィルタの上流側排気圧力と下流側排気圧力との差圧を検出し、この差圧が所定値に到達するとパティキュレートフィルタ再生操作を行なっている。また、同公報の装置では、機関負荷と回転数等の運転状態に基づいて機関から単位時間当たりに排出されるパティキュレート量を算出し、この単位時間当たりの排出量を積算することによりパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレート量を推定している。同公報の装置は更に、前記差圧から推定されるパティキュレート捕集量と機関運転状態に基づいて算出されるパティキュレート捕集量との差が所定値より大きい場合には差圧の検出に異常が生じたと判定するようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の特開平7-317529号公報の装置では、パティキュレートフィルタの差圧を検出し、差圧が所定値に増大したときにパティキュレートフィルタ再生操作を行なっているが、フィルタ差圧は必ずしも正確にパティキュレート捕集量とは対応しない場合がある。例えば、何らかの理由でパティキュレートフィルタに均一にパティキュレートが捕集されず、パティキュレートフィルタ上で捕集量の分布が生じたような場合には捕集量が比較的大きくなってしまってフィルタ差圧の上昇が比較的小さくなる場合がある。また、フィルタ上でのパティキュレートの分布が均一であってもフィルタに捕集されたパティキュレート層の形態によって同一の捕集量であっても差圧が異なる場合がある。このような場合、フィルタ差圧が小さければ、たとえ実際のパティキュレート捕集量が増大しても背圧の過大な上昇は生じないため、実際の捕集量が大きくて運転上の問題は生じない。しかし、車両用機関にパティキュレートフィルタを使用した場合には、走行中の振動によりパティキュレートに捕集されたパティキュレート層の保持形態が急激に変化する場合がある。このため、パティキュレート捕集量が大きいと走行中にパティキュレートの保持形態の変化によりフィルタの急激な詰まりが生じ、背圧の急激な増大のために機関のストールを生じるような場合がある。フィルタの差圧を検出して再生操作を行なったのでは、このような急激な背圧増大を防止することはできない。

【0007】前述の特開平7-317529号公報の装置では、フィルタ差圧に基づいて再生操作を行なった場合の上記問題を防止するために、機関運転状態に基づい

て機関のパティキュレート発生量を算出し、この発生量を積算することにより求めたパティキュレート捕集量を検出した差圧と比較するようしている。すなわち、同公報の装置は機関運転状態から推定したパティキュレート捕集量と、フィルタ差圧から算出されるパティキュレート捕集量との差が大きい場合にはフィルタ差圧がパティキュレート捕集量に正確に対応していないとしてフィルタ差圧に基づくフィルタ再生操作を禁止するとともに、機関運転状態から推定したパティキュレート捕集量が所定値に到達する毎に再生操作を実行するようしている。

【0008】ところが、同公報の装置では機関運転状態から算出した機関のパティキュレート発生量を積算することによりパティキュレート捕集量を推定しているため、正確にパティキュレート捕集量を算出することができない問題がある。すなわち、実際の運転においては、機関で発生したパティキュレートの全てがパティキュレートフィルタに捕集されるわけではなく、しかもパティキュレート発生量のうちフィルタに捕集されるパティキュレート量の割合は運転状態に応じて変化する。このため、上記公報の装置では、不正確なパティキュレート捕集量の推定値に基づいて差圧の異常の有無の判断や再生操作の実行が行なわれることになる。

【0009】本発明は上記問題を解決し、フィルタのパティキュレート捕集量を正確に推定することが可能なパティキュレート捕集量算出方法を提供することを目的としている。また、本発明の他の目的は上記により推定したパティキュレート捕集量に基づいて、適切なパティキュレートフィルタの再生操作を行なうことを可能とするパティキュレートフィルタの再生方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の排気中のパティキュレートを捕集するパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法であって、機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出するとともに、機関の運転状態に基づいてパティキュレートフィルタの捕集効率を算出し、前記算出したパティキュレート排出量と捕集効率とに基づいてパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートの量を算出し、該算出されたパティキュレートの量に基づいてパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法が提供される。

【0011】すなわち、請求項1の捕集量算出方法では、機関運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量が算出される。パティキュレート排出量と機関運転状態、例えば機関負荷（燃料噴射量）と回転数との関係は予め実験等により求められる。上記により機関のパティキュレート排出量が算出されるが、実際の運転では機

関から排出されたパティキュレートの全量がパティキュレートフィルタに捕集されるわけではなく、排気中の一部のパティキュレートはフィルタに捕集されずに通過する。従って、実際にパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレート量は、パティキュレート発生量とフィルタの捕集効率との関数になる。更に、フィルタの捕集効率は一定ではなく、機関運転状態（例えば排気流量、フィルタに捕集されているパティキュレートの量）等に応じて変化する。本発明の捕集量算出方法では、機関運転状態に基づいてフィルタのパティキュレート捕集効率を算出し、パティキュレート排出量とフィルタの捕集効率との関数として実際にパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレート量を算出する。これにより、パティキュレートフィルタの実際のパティキュレート捕集量が正確に推定可能となる。

【0012】請求項2に記載の発明によれば、請求項1の算出方法において、更に一定時間毎に前記パティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレートの量を算出し、該捕集されるパティキュレートの量を積算することによりパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法が提供される。

【0013】すなわち、請求項2の捕集量算出方法では、一定時間毎に機関運転状態に基づいてパティキュレートフィルタに捕集されるパティキュレート量を算出し、このパティキュレート量を積算することにより今までにパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートの合計量を算出する。このため、機関運転状態が変化する場合にも正確にパティキュレートフィルタの実際のパティキュレート捕集量が推定可能となる。

【0014】請求項3に記載の発明によれば、請求項1の算出方法において、更に機関の運転状態に基づいてパティキュレートフィルタ内で燃焼するパティキュレートの量を算出し、前記算出されたパティキュレート捕集量を前記燃焼するパティキュレートの量に基づいて補正するパティキュレート捕集量算出方法が提供される。すなわち、請求項3の捕集量算出方法ではパティキュレートフィルタに新たに捕集されるパティキュレートの量のみならず、すでにフィルタに捕集されたパティキュレートの量の燃焼による減少をも考慮する。パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートは、特別な再生操作を行なわないでも機関排気温度が上昇すると自然に燃焼する場合がある。従って、実際にパティキュレートフィルタ内に捕集されているパティキュレートの量を正確に推定するためには、燃焼によるパティキュレート量の減少を考慮する必要がある。本発明では、請求項1の方法に基づいてパティキュレート捕集量を算出するとともに、機関運転状態（例えば、排気温度）に基づいてパティキュレートフィルタ内で燃焼するパティキュレート量を算出し、燃焼した量だけフィルタのパティキュレ

ト捕集量を低減する補正を行なう。これにより、更に正確にパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を推定することが可能となる。

【0015】請求項4に記載の発明によれば、請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載の算出方法を用いてパティキュレート捕集量を算出し、パティキュレート捕集量が予め定めた第1の量に到達したときにパティキュレートフィルタ内のパティキュレートを燃焼させる再生操作を行い、再生操作終了後にパティキュレートの捕集を再開するとともに、再生操作終了までに燃焼したパティキュレートの量が予め定めた目標燃焼量より少ない場合には、前記捕集再開後にはパティキュレート捕集量が前記第1の量より小さい第2の量に到達したときに前記再生操作を行なうパティキュレートフィルタ再生方法が提供される。

【0016】すなわち、請求項4のパティキュレートフィルタ再生方法では請求項1から3までのいずれかの方法に基づいて算出したパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量が第1の量に到達したときに再生操作を行い、パティキュレートフィルタ内のパティキュレート量を減少させる。しかし、実際の運転では再生操作開始後に機関運転状態の変化等によりパティキュレートフィルタ内のパティキュレートの全量を燃焼させる前に再生操作を停止する必要が生じる場合がある。このような場合には、再生操作後もフィルタ内にパティキュレートが残留しているため、再生操作を完了した場合に較べて捕集再開後のフィルタ差圧が高くなる。このため、このような場合には再生操作実施後も機関排気背圧が高い状態での運転が行なわれることになり、機関性能の低下や燃費の悪化が生じる可能性がある。そこで、本発明では再生操作時にパティキュレートフィルタ内のパティキュレートの燃焼量が目標量に到達しないうちに再生操作が停止され、パティキュレートフィルタ内にある程度のパティキュレート量が残ったまま捕集が再開された場合には、前記第1の捕集量までパティキュレート量が増大するのを待たずに次回の再生操作を開始する。これにより、機関が排気背圧の高い状態で運転される時間が短縮されるため、機関性能低下や燃費の悪化を防止することが可能となる。

【0017】請求項5に記載の発明によれば、内燃機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出し、該パティキュレート排出量に基づいてパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法であって、機関のEGR装置により機関吸気系に再循環される再循環排気量に基づいて前記機関のパティキュレート排出量を補正し、補正後のパティキュレート排出量に基づいて前記パティキュレート捕集量を算出するパティキュレートフィルタの捕集量算出方法が提供される。

【0018】すなわち、請求項5の捕集量算出方法では請求項1から3と同様に内燃機関の負荷条件等の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量が算出される。しかし、排気再循環（EGR）を行なう機関では他の機関運転条件が同一であってもEGRにより循環される排気量によりパティキュレート発生量が異なってくる。そこで、本発明では、機関運転状態に基づいて算出したパティキュレート発生量を再循環排気量（EGRガス量）に基づいて補正した値を用いてパティキュレート捕集量を算出する。これにより、EGRガス量の変化にかかわらず正確にパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を推定することが可能となる。

【0019】請求項6に記載の発明によれば、内燃機関の運転状態に基づいて機関のパティキュレート排出量を算出し、該パティキュレート排出量に基づいて、パティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を算出するパティキュレートフィルタの捕集量算出方法であつて、機関温度に基づいて前記機関のパティキュレート排出量を補正し、補正後のパティキュレート排出量に基づいて前記パティキュレート捕集量を算出するパティキュレート捕集量算出方法が提供される。

【0020】すなわち、請求項6の捕集量算出方法では、機関運転状態に基づいてパティキュレート捕集量を算出する際に、機関温度に基づく補正が行なわれる。例えば、機関低温時には機関の運転を安定させるためにEGR量は機関温度（例えば冷却水温度）が低いほど低減される。また、機関温度が低い場合には燃焼室で発生するパティキュレート量は低下する傾向にある。そこで、本発明では、機関運転状態に基づいて算出したパティキュレート発生量を機関温度（例えば機関冷却水温度）に基づいて補正した値を用いてパティキュレート捕集量を算出する。これにより、機関温度によるEGR量の変化にかかわらず正確にパティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量を推定することが可能となる。

【0021】請求項7に記載の発明によれば、前記パティキュレート排出量の補正を機関回転数に応じて異なる方法を用いて行なう請求項6に記載のパティキュレート捕集量算出方法が提供される。すなわち、請求項7の捕集量算出方法では、請求項6の機関温度に基づく補正是機関回転数に応じて異なる方法で行なわれる。例えば、機関高回転領域では機関排気が高温になるため、EGR装置の信頼性確保のためにEGRを停止する場合がある。このような場合に機関温度のみに基づいてパティキュレート捕集量の補正を行なっているとパティキュレート捕集量の正確な推定ができなくなる場合がある。そこで、本発明では機関温度に基づく補正を機関回転数に応じて異なる方法で行なうことによりパティキュレート捕集量の推定に誤差が生じることを防止している。機関回転数に応じて異なる方法で補正を行なうとは、例えば、機関温度に応じて定まる補正係数を用いてパティキュレ

ート捕集量の補正を行なうような場合には、機関温度だけでなく機関回転数にも対応して上記補正係数の値を変化させる等の方法により補正を行なうことを言う。

【0022】請求項8に記載の発明によれば、請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載の算出方法を用いてパティキュレート捕集量を算出し、パティキュレート捕集量が予め定めた量に到達したときに機関排気流量を絞る排気絞りにより排気温度を上昇させてパティキュレートフィルタ内のパティキュレートを燃焼させる再生操作を行うパティキュレートフィルタ再生方法であつて、再生操作時に前記排気絞りとともに、機関排気再循環の停止、吸気絞りの開放、燃料噴射時期の遅角のうち少なくとも1つを実行するパティキュレートフィルタ再生方法が提供される。

【0023】すなわち、請求項8のパティキュレートフィルタ再生方法ではパティキュレート捕集量増大時に機関排気絞りにより排気温度を上昇させてパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートを燃焼させる。排気絞りを行なうことにより、機関排気背圧が上昇し機関出力が低下するため機関燃料噴射量を増大させても同一の機関出力を維持することが可能となる。この場合には機関吸気流量も低下するために吸気流量低下に応じてEGRガス量も低減する必要がある。ところが、実際の運転ではEGR装置の応答遅れなどによりEGRガス量の減少が遅れ、再生操作開始時にEGRガス量が過剰となり機関出力の急変（低下）や排気スモークの発生が起きる問題がある。

【0024】そこで、本発明では再生操作実施時には排気絞りと同時にEGRの停止、吸気絞りの開放、燃料噴射時期の遅角のうち少なくとも1つを行なうことにより機関出力の急変やスモークの発生を防止している。すなわち、再生操作実施時にEGRを停止することにより、EGRガス過剰による出力の低下を防止することができ、吸気絞りの開放を行なうことにより吸気管圧力が上昇し、吸気管に流入するEGRガス量が低下する。このため、再生操作時にEGRガス過剰の状態になることが防止される。また、燃料噴射時期を遅角すると燃焼室での燃焼時期が遅れるため、排気温度が上昇するとともに機関出力が低下する。このため、排気絞りの程度を小さく（排気流量を大きく）しても機関出力の増大が生じなくなり、大幅な排気絞りによる上述したEGRガス過剰の状態が生じることが防止されるようになる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明を自動車用ディーゼル機関に適用した場合の装置概略構成を示す図である。図1において、1は自動車用内燃機関を示す。本実施形態では機関1は4気筒ディーゼル機関とされ、各気筒には気筒内に直接燃料を噴射する筒内燃料噴射弁111が設けられている。燃料は高圧燃料噴射ポンプ1

13から各燃料噴射弁111が接続されたコモンレール(蓄圧室)115に圧送され、コモンレールから各燃料噴射弁111により各気筒内に所定のタイミングで噴射される。

【0026】図1において21は各気筒の吸気ポートを吸気通路2に接続する吸気マニホールド、31は各気筒の排気ポートを排気通路3に接続する排気マニホールドである。本実施形態では、機関1の過給を行なう過給機35が設けられており、排気通路3は過給機35の排気入口に、吸気通路2は過給機35の吸気吐出口に、それぞれ接続されている。また、吸気通路2には過給機35から供給される吸気の冷却を行なうインタークーラ25及び吸気絞り弁27が設けられている。吸気絞り弁27は、後述するECU30からの信号に応じて作動するステップモータ、負圧アクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータ27aを備え、ECU30からの信号に応じた開度をとり機関の吸気流量を制限する。また、過給機35下流側の排気通路3には、吸気絞り弁27と同様なアクチュエータ37aを備えた排気絞り弁37が設けられており、ECU30からの信号に応じた開度をとり排気絞りを行なう。

【0027】図1において、33は機関排気系と吸気系とを接続し機関排気の一部を吸気系に還流するEGR通路、23はEGR通路に配置されたEGR弁である。EGR弁23はステップモータ、負圧アクチュエータ等の適宜なアクチュエータ(図示せず)を備え、ECU30からの信号に応じた開度をとりEGR通路33を通って吸気系に還流される排気(EGRガス)流量を機関運転状態に応じて制御する。本実施形態では、機関吸気系に還流される排気流量(EGRガス量)はEGR弁23開度と吸気絞り弁27開度とを調節することにより制御される。例えば吸気絞り弁27開度を低減すると絞り弁27下流側の吸気通路圧力が低下するためにEGR弁23開度が同一であってもEGRガス量を増大させることができる。

【0028】本実施形態では、吸気絞り弁27を設けたことにより機関運転中に比較的大量のEGRを行なうことが可能となっている。本実施形態では、排気マニホールド31を各排気ポートに接続する排気枝管にはパティキュレートフィルタ(ディーゼルパティキュレートフィルタ、以下「DPF」と称する)40が設けられている。DPF40は、セラミック等の耐熱性を有する多孔質の材質から形成され軸線方向(排気流れ方向)に排気流路を形成する多数の貫通孔を有している。これらの貫通孔のそれぞれは排気流れ方向上流端または下流端のうち一方がプラグ等により閉塞されており、上流端が閉塞された貫通孔と下流端が閉塞された貫通孔とが交互に互いに隣接して配置されている。このため、各気筒の排気ポートから排出される排気は、それぞれのDPFの上流端が開放された(下流端が閉塞された)貫通孔に流入し、貫

通孔相互を隔てる多孔質の隔壁を通過して下流端が開放された貫通孔に流入し下流端からDPF外に流出する。排気中に含まれるパティキュレートは排気が多孔質の隔壁を通過する際に捕集される。

【0029】本実施形態では、比較的小容量のDPF40を各気筒の排気ポートに隣接して設けたことにより、気筒からの高温の排気が直接DPFに流入するため各DPF40の温度を高く維持することができる。また、各DPF40は小容量であるため、捕集可能なパティキュレート量も少くなり後述するDPF再生操作の実行間隔を比較的短く設定する必要があるが、熱容量が小さいため排気温度が上昇すると短時間でDPF温度が上昇しパティキュレートの燃焼が開始される。また、パティキュレート捕集量が少ないため短時間で捕集したパティキュレートの燃焼を終了することができ、再生操作に要する時間を短縮することができる。本実施形態では、機関1としてディーゼル機関が使用されているため、通常運転時の機関排気温度は比較的低い。本実施形態では、小容量のDPF40を各気筒の排気ポートに配置する、いわゆる分離型のDPFを採用したことにより、加速時等に短時間排気温度が上昇するような機関運転状態でも良好に各DPF40の再生を完了することが可能となっている。

【0030】図1に30で示すのは機関1の電子制御ユニット(ECU)である。ECU30は、本実施形態ではRAM、ROM、CPUを備えた公知の構成のマイクロコンピュータとされ、機関1の燃料噴射制御等の基本制御を行なう他、後述する方法で機関運転状態に応じてDPF40のパティキュレート捕集量算出とDPF40の再生操作とを行う。

【0031】これらの制御を行なうため、ECU30の入力ポートには、機関吸気通路に設けられたエアフローメータ51から機関吸入空気量に対応した信号が、また排気マニホールド31に設けられた排気温度センサ53からDPF40に流入する排気温度に対応する信号がそれぞれ入力されている他、機関クランク軸(図示せず)近傍に配置された回転数センサ55から機関クランク軸一定回転角毎にパルス信号が入力されている。更に、本実施形態では、ECU30の入力ポートには機関1のアクセルペダル(図示せず)近傍に配置したアクセル開度センサ57から運転者のアクセルペダル踏込み量(アクセル開度)を表す信号と、機関1の冷却水ジャケットに配置した冷却水温度センサ59から機関冷却水温度に対応する信号が、それぞれが入力されている。ECU30は、所定間隔毎にエアフローメータ51出力とアクセル開度センサ57出力及び排気温度センサ53と冷却水温度センサ59との出力をAD変換して吸入空気量G_aとアクセル開度ACC_P、排気温度TEX、冷却水温度THWとしてECU30のRAMの所定領域に格納するとともに、回転数センサ55からのパルス信号の間隔から

機関回転数NEを算出し、RAMの所定の領域に格納している。ECU30は、アクセル開度センサ57で検出されたアクセル開度ACCPと機関回転数NEとに基づいて予めROMに格納した関係に基づいて機関基本燃料噴射量と燃料噴射時期を算出し、この基本燃料噴射量に機関運転状態に応じた補正を加えて機関の燃料噴射量QIJと燃料噴射時期とを設定する。なお、本発明では燃料噴射量と燃料噴射時期の設定方法には特に制限はなく、ディーゼル機関における公知の方法のいずれをも使用することができる。

【0032】一方、ECU30の出力ポートは、各気筒への燃料噴射量及び燃料噴射時期を制御するために、図示しない燃料噴射回路を介して各気筒の燃料噴射弁111に接続されている他、高圧燃料ポンプ113に図示しない駆動回路を介して接続され、ポンプ113からコモンレール115への燃料圧送量を制御している。また、ECU30の出力ポートは更に、それぞれ図示しない駆動回路を介して吸気絞り弁27のアクチュエータ27a、排気絞り弁37のアクチュエータ37a及びEGR弁23のアクチュエータに接続され、吸気絞り弁27及び排気絞り弁37の開度とEGR弁23を通過するEGRガス量とをそれぞれ制御している。

【0033】次に、本実施形態におけるDPF40の再生操作について説明する。本実施形態では、機関の運転状態（負荷状態）に応じて異なる再生方法でDPF40の再生を行なう。図2は、本実施形態における機関運転状態（負荷状態）の領域区分を示す図であり、縦軸は機関出力トルク（燃料噴射量QIJ）を、横軸は機関回転数NEを、それぞれ表している。本実施形態では出力トルクと回転数とを図2にIからIVで示すような4つの領域に区分し、各領域毎にDPF40の異なる再生操作を行なっている。

【0034】以下、それぞれの領域における再生操作について説明する。

（1）領域I（自然再生領域）

図2に示すように、領域Iは機関の全負荷付近の領域となっている。この領域では、機関の排気温度も負荷に応じて高くなってしまっており補助的な昇温操作を行なわなくてもDPF40温度はパティキュレートの着火温度（例えば600度C）以上になる。このため、機関運転状態が領域Iになると自然にDPF40の再生が行なわれる。領域IにおけるDPF再生は、再生のための特別な操作を行ら必要としないため機関の燃料消費増大は生じない。

（2）領域II（燃料噴射時期遅角）

領域IIは領域Iより機関負荷が低下した状態であり、機関排気温度も負荷に応じて低下しているため、DPF温度はパティキュレートの着火温度以下になっている。このため、パティキュレートは自然には燃焼を開始せず、また燃焼中であってもDPF温度がパティキュレート燃焼下限温度（例えば400度C）以下になり燃焼が

停止してしまう場合がある。従って、DPFの再生のためには通常の運転とは異なる再生操作を行いDPF温度を上昇させる必要がある。本実施形態では、領域IIでは燃料噴射時期を遅角することにより排気温度を上昇させDPF温度を高温に維持する。燃料噴射時期を遅角すると気筒内の燃料の燃焼時期が遅くなるため膨張行程で充分に温度降下をしないまま比較的高温の燃焼ガスが排気行程で排出されるようになり排気温度が上昇する。この負荷領域では通常の運転でも比較的排気温度が高いため機関燃料消費量の増大も比較的小さくなる。

（3）領域III（膨張行程噴射、EGR併用）

この領域では通常の運転では排気温度が領域I又はIIよりも低くなるため燃料噴射時期の遅角のみでは排気温度をパティキュレートの着火温度以上に上昇させることは困難である。このため、領域IIIでは通常の燃料噴射（主燃料噴射）に加えて各気筒の膨張行程時に追加の燃料噴射（膨張行程噴射）を行なうとともに、EGR弁23の開度増大と吸気絞り弁27の開度低減とを行い、各気筒に導入されるEGRガス量を増大する。EGRガスは高温であるため機関の各気筒の吸気温度が上昇し、更に膨張行程で噴射された燃料が燃焼するため排気温度は更に上昇する。この領域では膨張行程時に追加の燃料噴射を行なうため機関の燃料消費量の増大は領域IIよりも大きくなる。

（4）領域IV（膨張行程噴射、排気絞り併用）

領域IVでは機関負荷は小さくなってしまっており排気温度もかなり低くなっている。この領域では主燃料噴射量と膨張行程噴射との燃料噴射量を増大しないと排気温度がパティキュレート燃焼に充分な温度まで上昇しない。一方、主燃料噴射の燃料を增量すると機関出力トルクの増大が生じる。また、膨張行程に噴射された燃料の燃焼によっても機関出力は上昇するため、主燃料噴射と膨張行程燃料噴射の燃料噴射量を増大するとともに、排気弁絞り37による排気絞りを行い排気抵抗を増大させることにより機関出力トルクの増大を抑制する。これにより、機関の運転性を大幅に悪化させることなくDPFの再生が可能となるが、燃料噴射量の大幅な増大により機関燃料消費の増大幅が領域II、IIIに較べて大きくなる。

（5）非再生領域

領域IVより機関負荷が低下した状態（図2領域V）では機関排気温度の低下が大きいため、上記の各方法ではパティキュレート着火温度まで機関排気温度を上昇させることは困難になる。このため、図2の領域VではDPFの再生は行なわない。すなわち、本実施形態では領域IIからIVで再生操作が実行中であっても機関運転状

態が変化して領域 I V になった場合には再生操作は中断される。本実施形態では、ECU 30 は以下に説明する方法により DPF 40 に捕集されたパティキュレートの量を常時算出しており、捕集されたパティキュレートの量が予め定めた量に到達し、かつ機関が上記運転領域 I から I V のいずれかで運転されている場合には運転領域に応じた再生方法で DPF 40 の再生を開始する。

【0039】次に、本発明の DPF 40 のパティキュレート捕集量算出方法と、パティキュレート捕集時の DPF 40 再生方法との実施形態について説明する。

1. パティキュレート捕集量算出方法

(1) 第 1 の実施形態

本実施形態では、機関運転状態に基づいて単位時間当たりに機関で発生するパティキュレートの量を算出し、算出したパティキュレート発生量に機関運転状態から定まるパティキュレートフィルタの捕集効率を乗じた値を積算することによりパティキュレートフィルタ内に捕集されているパティキュレート量を算出する。また、パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレートは、上述の再生操作が行なわれたり、機関が前述の運転領域 I で運転されて排気温度が上昇すると燃焼し、CO₂ として排気とともに排出される。このため、排気温度が上昇するとパティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレート量は減少する。そこで、本実施形態では、上記により算出されたパティキュレート捕集量から燃焼による減少分を差し引いた値としてパティキュレート捕集量を算出する。

【0040】図 3 は、上記に説明した本実施形態のパティキュレート捕集量算出操作を具体的に示すフローチャートである。本操作は、ECU 30 により一定時間毎に実行されるルーチンにより行なわれる。図 3 の操作がスタートすると、ステップ 301 では、別途 ECU 30 により行なわれる燃料噴射量演算操作により算出された燃料噴射量 Q_{I J} と、機関回転数 N_E、排気温度 T_{EX}、機関吸入空気量 G_a がそれぞれ読み込まれる。ここで、燃料噴射量 Q_{I J} と機関吸入空気量 G_a とは機関 1 行程サイクル当たりの重量に換算された値が読み込まれる。

【0041】次いで、ステップ 303 では、上記により読み込んだ燃料噴射量 Q_{I J} と機関回転数とを用いて、予め ECU 30 の ROM に格納した数値テーブルから機関の単位時間（ここでは、図 3 の操作の実行間隔に等しい時間）当たりに機関が発生するパティキュレート量 P_{MR} が算出される。本実施形態では、P_{MR} の値は実際の機関を負荷条件（燃料噴射量 Q_{I J} と回転数 N_E）とを変えて運転したときの単位時間当たりのパティキュレート発生量を計測することにより予め求められており、Q_{I J} と N_E を用いた図 4 に示す形式の 2 次元数値テーブルとして ECU 30 の ROM に格納されている。ステップ 303 では、この数値テーブルを用いて Q_{I J} と N_E の値からパティキュレート発生量 P_{MR} が算出さ

れる。

【0042】上記により、PMR 算出後ステップ 305 では吸入空気量 G_a と回転数 N_E に基づいて DPF 40 の捕集効率 K₁ が算出される。DPF 40 の捕集効率 K₁ は、機関排気流速に応じて変化する。例えば、機関排気流速が増大すると、各 DPF 40 と吸気ポート壁面との間を吹き抜ける排気の量が増大する。このため、機関排気流速が増大すると排気中のパティキュレートのうち DPF 40 に捕集されずに排気通路 3 に流出するパティキュレートの量が増大し、DPF 40 の捕集効率は低下する。また、排気流速は吸入空気量 G_a と機関回転数 N_E により定まる。そこで、本実施形態では実際の DPF 40 を機関 1 に装着して G_a と N_E の条件を変えて DPF 40 のパティキュレート捕集効率 K₁ を実際に測定し、その結果を G_a と N_E を用いた図 5 の形式の 2 次元数値テーブルとして ECU 30 の ROM に格納している。ステップ 305 では G_a と N_E の値に基づいてこの数値テーブルから DPF 40 の捕集効率 K₁ の値が決定される。

【0043】ステップ 307 では、上記により算出したパティキュレート発生量 PMR と DPF 捕集効率 K₁ を用いて、単位時間当たりに DPF 40 に捕集されるパティキュレート量 P_{MI} が、 $P_{MI} = PMR \times K_1$ として算出される。すなわち、P_{MI} は DPF 40 に捕集されているパティキュレート量の単位時間当たりの増大量を表している。

【0044】次に、ステップ 309 では、DPF 40 に捕集されたパティキュレートのうち単位時間当たりに燃焼する量 P_{MD} が算出される。DPF 40 に捕集されたパティキュレートは、再生操作の実行等により排気温度が上昇すると燃焼を開始する。また、単位時間当たりに燃焼するパティキュレートの量は、排気温度 T_{EX} が高い程、また排気流量（機関回転数）が大きい程多くなる。本実施形態では、P_{MD} の値は実際の機関を排気温度 T_{EX} と回転数 N_E とを変えて運転したときの単位時間当たりのパティキュレート燃焼量を計測することにより予め求められており、T_{EX} と N_E を用いた図 6 に示す形式の 2 次元数値テーブルとして ECU 30 の ROM に格納されている。ステップ 309 では、この数値テーブルを用いて T_{EX} と N_E の値からパティキュレート燃焼量 P_{MD} が算出される。P_{MD} は DPF 40 に捕集されたパティキュレート量の単位時間当たりの減少量を表している。なお、排気温度が低くパティキュレートの燃焼が生じない領域では P_{MD} の値は 0 に設定される。

【0045】ステップ 311 では、前回操作実行時に算出された DPF 40 のパティキュレート捕集量 P_M の値に、上記により算出した単位時間当たりのパティキュレート増大量 P_{MI} と減少量 P_{MD} をそれぞれ加算、減算することにより現在の DPF 40 のパティキュレート

捕集量PMの値が、 $PM = PM + PMI - PMD$ として算出される。

【0046】また、前述の領域I（自然再生領域）での運転が続くとステップ311で算出されるPMの値が負になる場合があるため、ステップ313とステップ315ではPMの値が負の値にならないように制限して操作を終了する。図3の操作を行なうことにより、算出されたPMの値は正確にDPF40に現在捕集されているパーティキュレート量を表すようになる。

【0047】なお、図3、ステップ305では機関排気流速のみに基づいて捕集効率K1を算出しているが、実際にはDPF40自体の捕集効率は捕集したパーティキュレート量に応じて変化する。すなわち、フィルタにパーティキュレートが堆積するとフィルタの細孔がパーティキュレートによって部分的に閉塞され有効孔径が小さくなるため、フィルタの捕集効率は良好になる。このため、パーティキュレート捕集量に基づいて変化する第2の捕集効率K2を導入して、ステップ307のPMIを、 $PMI = PMR \times K1 \times K2$ として算出するようにすれば、更に正確なパーティキュレート捕集量の算出が可能となる。

【0048】この場合、第2の捕集効率K2の値は予めDPF40を用いて捕集量PMを変えて運転を行い実測により求めておき、K2の値をPMの関数として設定しておく。そして、ステップ305で第1の捕集効率K1を算出するのと同時に、前回のパーティキュレート捕集量PMの値を用いて上記関数から第2の捕集効率K2を算出し、ステップ307でPMIの値を $PMI = PMR \times K1 \times K2$ として算出するようにすれば良い。

【0049】(2) 第2の実施形態

次に、本発明のパーティキュレート捕集量算出方法の第2の実施形態について説明する。本実施形態では、機関のEGR量に応じて機関のパーティキュレート発生量を補正する。本実施形態のディーゼル機関1ではほぼ全ての運転領域でEGRを実施している。このため、上述の第1の実施形態で機関のパーティキュレート発生量PMR算出に用いた数値テーブル（図4）もEGR実施中の運転データに基づいて作成されている。ところが、実際の運転では本来EGRを実施すべき運転領域でもEGRを実施することができない場合が存在する。例えば、機関冷間時等では燃焼が不安定になるためEGRを実施すると燃焼状態の悪化により機関運転が不安定なる。このため、実際には機関温度（冷却水温度、潤滑油温度等）が低い場合には、同じ運転領域でも機関暖機完了後に較べて機関温度に応じてEGR量を低減するようにして機関運転の安定化を計っている。ところが、機関のパーティキュレートの発生量はEGR量と密接な関係があり、EGR量が減少するとパーティキュレート量もそれに応じて減少する。このため、機関低温時にEGR量が低減された場合にも機関暖機後のEGRを全量導入した場合のデータ（図4の数値テーブル）に基づいてパーティキュレート発

生量を算出しているとパーティキュレート捕集量に誤差が生じる。そこで、本実施形態では、図4に基づいて算出された機関パーティキュレート発生量PMRを機関温度（すなわちEGR量）に応じて補正した値を用いてDPF40のパーティキュレート捕集量を算出している。

【0050】また、EGRは機関の排気をEGR弁23等を通して吸気系に還流するものであるため、排気温度があまりに高温になるとEGR弁23等のEGR系の要素の耐久性が低下する可能性がある。そこで、実際には排気温度が高くなる機関高回転領域ではEGR系の信頼性を確保するためにEGRを停止することが行なわれる。従って、図4の数値テーブルに基づいて算出されるパーティキュレート発生量PMRも機関回転数が高い領域ではEGRを停止した状態での運転に基づくデータとなっている。この回転数領域では、もともとEGRが実施されていないのであるから、機関温度が低い場合であってもパーティキュレート発生量の補正を行なう必要はない。そこで、本実施形態では、機関温度に基づくパーティキュレート発生量の補正係数を機関回転数毎に異なる値に設定している。すなわち、パーティキュレート発生量の機関温度に基づく補正是機関回転数毎に異なる方法で行なわれる。

【0051】図7は、本実施形態のパーティキュレート捕集量算出方法の具体的な操作を示すフローチャートである。本操作は図3の操作と同様、ECU30により一定時間毎（前述した単位時間毎）に実行されるルーチンにより行なわれる。図7の操作において、ステップ701では、燃料噴射量QIJ、回転数NE、排気温度TEX、吸入空気量G aに加えて機関冷却水温度THWが冷却水温度センサ59から読み込まれる。また、ステップ703と705では、それぞれ図3ステップ303と305と同じ方法で、機関パーティキュレート発生量PMRと第1の捕集効率K1とが算出される。

【0052】また、本実施形態ではステップ707で前述したパーティキュレート捕集量に基づく捕集効率K2が、前回操作実行時に算出したDPF40のパーティキュレート捕集量PMに基づいて算出される。更に、ステップ709と711とでは機関冷却水温度THWに基づいてEGR量変化に対するパーティキュレート発生量の補正係数K3が算出される。本実施形態では、補正係数K3の値は、予め実際の機関を冷却水温度THWを変えて運転することによりパーティキュレート発生量の変化を計測し、燃料噴射量QIJと冷却水温度THWとを用いた図8に示すような形式の2次元数値テーブルとしてECU30のROMに格納してある。また、前述したように、EGR実施の有無は機関回転数によっても異なるため、図8の数値テーブルは機関の各回転数毎に準備されている。本実施形態の操作では、ステップ709で現在の機関回転数NEに対応する冷却水温度補正用の数値マップ（数値テーブル）を選択し、ステップ711で選択した

マップを用いて機関冷却水温度THWから補正係数K3を算出する。そして、ステップ713ではDPF40に単位時間当たりに捕集されるパティキュレート量PMIが、 $PMI = PMR \times K1 \times K2 \times K3$ として算出される。

【0053】ステップ715から721は、図3ステップ309から315と同一の操作を示す。すなわち、本実施形態においても、DPF40のパティキュレート捕集量PMは、前回操作実行時に算出した捕集量PMに上記により算出した単位時間当たりのパティキュレート捕集量PMIを加算し、パティキュレート燃焼による単位時間当たりの減少量PMDを減算することにより求められる。

【0054】2. パティキュレートフィルタ再生操作
次に、上記により算出されたDPF40のパティキュレート捕集量PMに基づくパティキュレートフィルタ再生操作の実施形態について説明する。

(1) 第1の実施形態

本実施形態の再生操作では、機関が前述した再生操作実行可能運転領域（図2領域IIからIV）で運転されており、かつDPF40のパティキュレート捕集量PMが予め定めた値PM1以上になった場合に再生操作を実行する。この場合の再生操作は前述したように機関の運転領域に応じた方法で行なわれる。

【0055】また、DPF40に捕集されたパティキュレートの全量が燃焼した場合には再生操作は停止されDPF40はパティキュレートの捕集を再開するが、それ以外にも再生操作実行中に機関運転状態が変化して非再生領域（図2、領域V）になった場合には再生操作は中断される。ところが、このように再生操作実行中に機関運転状態が非再生領域になった場合には、DPF40に捕集されたパティキュレートの全量が燃焼する前に再生操作が中断されるため、DPF40はパティキュレートが残留した状態でパティキュレートの捕集を再開することになる。この場合には、DPF40内にパティキュレートが残っているためDPF40の圧力損失は再生操作が完了（パティキュレートの全量が燃焼）した場合に較べて高い状態でパティキュレートの捕集が開始されることになる。この状態でもパティキュレート捕集量が再度PM1に到達して再生操作が実行されればDPF40の圧力損失は低下するものの、再生操作中断後はパティキュレート捕集再開直後から排気圧力損失の高い状態での機関運転が続けられることになり、機関が排気圧力損失の高い状態で運転される時間が増大してしまい、全体として機関の燃費等が悪化する問題が生じる。

【0056】そこで、本実施形態では、再生操作が中断されてDPF40内にある程度のパティキュレート量が残った状態でパティキュレート捕集が再開された場合は、次回の再生操作開始を早めるようにしている。すなわち、本実施形態では通常はパティキュレート捕集量が

第1の所定値PM1に到達したときに実行するが、前回の再生操作が中断されてDPF40内に一定量PM0以上の量のパティキュレートが残留した状態でパティキュレート捕集が再開された場合には、パティキュレート捕集量がPM1より小さい第2の所定量PM2に到達した時点で次回の再生操作を開始するようしている。これにより、排気圧力損失の高い状態で機関が運転される頻度が減少し、機関の燃費悪化等の問題が生じることが防止される。

【0057】図9及び図10は、本実施形態の上記再生操作を具体的に説明するフローチャートであり、図9はDPF40の再生開始条件判定操作を示し、図10は再生終了条件判定操作を示している。図9、図10の操作は、ECU30によりそれぞれ一定時間毎に実行されるルーチンにより行なわれる。図9の再生開始条件判定操作では、機関が図2の領域IからIVで示したDPF40の再生領域で運転されており、かつ前述のいずれかの方法で算出されたDPF40のパティキュレート捕集量PMが予め定めた判定値以上になっている場合に再生操作を開始する。ここで、前回再生操作実行時にパティキュレートの燃焼量が目標量に到達しており、前回再生操作終了時にDPF40に残留しているパティキュレート量が予め定めた値以下になっている場合には上記判定値として比較的大きい値PM1が使用される。一方、前回再生操作が中断されてパティキュレートの燃焼量が目標量に到達しておらず、再生操作終了時にDPF40に上記予め定めた量以上のパティキュレートが残留している場合には、上記判定値としてPM1より小さいPM2が使用される。

【0058】これにより、機関運転状態の変化等により再生操作が中断され、DPF40の圧力損失が大きい状態でパティキュレート捕集が再開された場合には、早期に再生操作が実行されるようになり、排気圧力損失の大きい状態で機関が運転される頻度が低減される。図9の操作がスタートすると、ステップ901では燃料噴射量QIJ、機関回転数NE及び図3または図7の操作等により算出されたDPF40のパティキュレート捕集量PMが読み込まれる。そして、ステップ903では上記により読み込んだ燃料噴射量QIJと回転数NEとから図2のマップに基づいて現在機関が非再生領域（図2、領域V）で運転されているか否かが判定され、非再生領域で運転されている場合にはステップ905で再生操作実行フラグXRの値を0にセットして操作を終了する。再生操作実行フラグXRの値が0に設定されると前述した再生操作は実行されず、再生操作が実行中の場合には再生操作が停止される。

【0059】一方、ステップ903で現在の機関運転領域が非再生領域でない場合、すなわち現在機関が図2のIからIVの再生実行領域で運転されている場合には、次にステップ907で現在再生が実行中であるか否か

(すなわちフラグXRの値が1にセットされているか否か)が判定される。現在再生操作実行中である場合は、新たに再生操作の開始要否を判定する必要はないので本操作は直ちに終了し、フラグXRの値は1のままに保持される。

【0060】ステップ907で現在再生操作実行中でない場合にはステップ909から913で、今回再生操作を開始する必要があるか否かが判断される。すなわち、ステップ909ではフラグXCの値に基づいて前回の再生操作実行によりDPF40内のパティキュレート量が充分に減少したか否かが判断される。フラグXCは前回再生操作が完了したか否かを示すフラグであり、図10の操作により再生操作が完了した場合にはXC=1に、再生操作が中断された場合にはXC=0に、それぞれ設定される。

【0061】ステップ909でXC=1の場合、すなわち前回の再生操作実行時にパティキュレートが充分に燃焼しており排気圧力損失の小さい状態からパティキュレートの捕集が開始されている場合には、次にステップ911で現在のDPF40のパティキュレート捕集量PMが第1の所定値PM1まで増大したか否かが判定され、 $PM \geq PM1$ になっている場合には再生操作を開始する必要があるため、ステップ915に進み再生操作実行フラグXRの値が1にセットされる。フラグXRの値が1にセットされると、ECU30により別途実行される図示しないルーチンにより、図2に示した機関運転領域IからIVに応じて前述した再生操作が実行される。(なお、機関運転状態が領域I(自然再生領域)にある場合にはフラグXRの値が1にセットされても特別な再生操作は実施しないで領域Iでの通常の運転が継続される。)

一方、ステップ909で $XC \neq 1$ であった場合には、すなわち前回DPF40の再生操作が中断されており、排気圧力損失の高い状態でパティキュレートの捕集が再開されていることを意味している。従ってこの場合には再生操作完了後の排気圧力損失の少ない状態での運転を行なわれていないため、全体として機関燃費等が悪化する可能性がある。そこで、この場合にはステップ913で現在のパティキュレート捕集量PMが第2の所定値PM2($PM2 < PM1$)に到達したか否かを判断し、 $PM \geq PM2$ の場合にはステップ915でフラグXRの値を1にセットして再生操作を開始する。

【0062】次に、図10の再生終了判定操作について説明する。本操作では、再生操作実行中に機関運転状態が非再生領域(図2、領域V)に入った場合、またはDPF40に捕集されたパティキュレートの全量が燃焼した場合には実行中の再生操作を終了する。また、再生操作終了時のDPF40内に残留するパティキュレート量が所定値PM0より小さい場合には前述した再生操作完了フラグXCの値は1にセットされ、PM0以上の量の

パティキュレートが残留している場合には再生操作完了フラグXCの値は0にセットされる。

【0063】すなわち、本操作がスタートすると図10ステップ1001では、現在のパティキュレート捕集量PMの値が読み込まれ、ステップ1003では現在DPF40の再生操作が実行中か否かがフラグXRの値に基づいて判定される。ステップ1003で $XR \neq 1$ の場合、すなわち現在再生操作が実行されていない場合には、再生操作の終了の要否を判定する必要はないため本操作は直ちに終了する。また、現在再生操作実行中($XR = 1$)であった場合には、次にステップ1005から1009を実行し、現在DPF40内に保持されているパティキュレート量PMが所定値PM0より小さい場合には再生操作完了フラグXCの値を1にセットし、PMがPM0以上であった場合にはフラグXCの値を0にセットする。これにより、例えば機関運転状態が変化して再生操作が中断された場合(図9ステップ905でXRの値が0にセットされた場合)にはXCの値は中断時のパティキュレート量がPM0より小さいか否かを表すことになる。

【0064】ステップ1011と1013は再生操作が完全に実施された場合、すなわちDPF40内のパティキュレートの全量が燃焼完了した場合の再生終了操作を表している。すなわち、ステップ1011では現在のDPF40内の残留パティキュレート量PMが0になったか否かが判定され、 $PM \leq 0$ であった場合にはステップ1013でフラグXRの値が0にセットされて再生操作が終了する。また、 $PM > 0$ であった場合には、フラグXRの値は変更せずに本操作は終了する。これにより、機関の運転状態が図2の非再生領域(領域V)に入らない限り、DPF40内のパティキュレートの全量が燃焼するまで再生操作が続けられる。

【0065】(2) 第2の実施形態

前述の各実施形態では、機関が領域IVで運転されている場合のパティキュレートフィルタ再生方法として、膨張行程噴射と主燃料噴射の增量を行い、機関出力トルクの増大を抑制するために排気絞りを併用することは前に説明した。しかし排気絞りを実施すると再生操作開始時に逆に一時的に機関出力トルクが低下してトルクショックが生じる場合がある。すなわち、排気絞りを行なうと機関吸入空気量も減少するため、吸入空気量の減少に応じてEGR量も低減する必要がある。ところが、EGR弁23の応答速度は排気絞りによる吸入空気量の減少速度に較べてかなり遅いため排気絞り弁37を作動させると一時的に機関に供給されるEGRガス量が過剰になる場合がある。このため、排気絞り実行時に一時的に燃焼状態が悪化して機関出力トルクの落ち込みや排気スモークの発生等が生じる可能性がある。そこで、本実施形態では以下の方法により排気絞りによる再生操作実行時の機関出力の低下や排気スモークの発生を防止している。

【0066】(A) EGRの停止

通常EGR弁23は目標開度と実際の開度との偏差に基づくフィードバック制御が行なわれており、目標開度と実際の開度との偏差が大きいほどEGR弁23の作動速度は早くなる。このため、排気絞り実施時EGRを停止（すなわちEGR弁の目標開度を0に設定）するとEGR弁の作動速度が大きくなり実際のEGR量の減少速度は増大する。このため、排気絞りと同時にEGRを停止することにより、実際に吸気系に還流されるEGRガスの量を急激に減少させることができる。これにより排気絞りによる一時的なEGR過剰が生じることを防止でき、機関出力の一時的低下やスモークの発生を抑制することができる。

【0067】(B) 吸気絞りの開放

吸気絞りを開放すると、絞り弁下流側の吸気系に生じていた負圧が解消され吸気系の圧力は上昇する。このため、同一のEGR弁23開度であっても実際に吸気系に還流するEGRガス量は減少する。従って、排気絞りと同時に吸気絞り弁27を全開にすることにより、EGRガス量を急激に低下させることができる。これにより、排気絞りによる一時的なEGR過剰が生じることを防止でき、機関出力の一時的低下やスモークの発生を抑制することができる。

【0068】(C) 燃料噴射時期の遅角

領域IVでは主燃料噴射に加えて膨張行程燃料噴射が実施されるが、更に主燃料噴射時期も遅角すると全体として気筒内の燃焼時期が遅延されるため機関出力トルクは低下する。また、気筒内で仕事をしないで排出される既燃ガス量が増大するため排気温度は上昇する。このため、主燃料噴射時期を遅角することにより、排気絞りの程度を小さくしても充分に機関出力増大の抑制と排気の昇温とを行なうことが可能となる。この場合には、排気絞りの程度が小さいためEGR量の低減幅も小さくなり、EGR量の低減速度が遅い場合であってもEGR過剰が生じない。従って、排気絞りとともに主燃料噴射時期の遅角を行なうことにより機関出力の一時的な低下やスモークの発生を抑制することができる。

【0069】なお、上記の(A)(B)(C)の方法は単独で使用しても効果があるが、これらの方の2つ以上を組み合わせて同時に実行することにより、更に確実に機関出力の一時的低下やスモークの発生を防止することが可能となる。

【0070】

【発明の効果】請求項1から3及び請求項5から7のパティキュレート捕集量算出方法によれば、パティキュレートフィルタに捕集されたパティキュレート量を正確に推定することが可能となる。また、請求項4のパティキュレートフィルタ再生方法によれば、パティキュレート

捕集量に基づいて適切なパティキュレートフィルタ再生操作を行なうことが可能となり、パティキュレートフィルタの圧力損失が高い状態で機関が運転される時間を低減することが可能となる。

【0071】更に、請求項8のパティキュレートフィルタ再生方法によれば、排気絞りを用いてパティキュレートフィルタの再生を行なう場合に機関出力トルクの変動や排気スモークの発生を効果的に抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のパティキュレート捕集量算出方法及びパティキュレートフィルタ再生方法を実施する装置を自動車用ディーゼル機関に適用した実施形態の概略構成を示す図である。

【図2】図1の機関のパティキュレートフィルタ再生操作を行なう運転領域を示すマップである。

【図3】パティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法の1実施形態を説明するフローチャートである。

【図4】図3の捕集量算出方法に用いる数値テーブルの形式を示す図である。

【図5】図3の捕集量算出方法に用いる数値テーブルの形式を示す図である。

【図6】図3の捕集量算出方法に用いる数値テーブルの形式を示す図である。

【図7】パティキュレートフィルタのパティキュレート捕集量算出方法の図3とは別の実施形態を説明するフローチャートである。

【図8】図7の捕集量算出方法に用いる数値テーブルの形式を示す図である。

【図9】パティキュレートフィルタ再生操作の開始条件判定操作の一例を示すフローチャートである。

【図10】パティキュレートフィルタ再生操作の停止条件判定操作の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1…ディーゼル機関

111…筒内燃料噴射弁

27…吸気絞り弁

30…電子制御ユニット(ECU)

3…排気通路

31…排気マニホールド

37…排気絞り弁

33…EGR通路

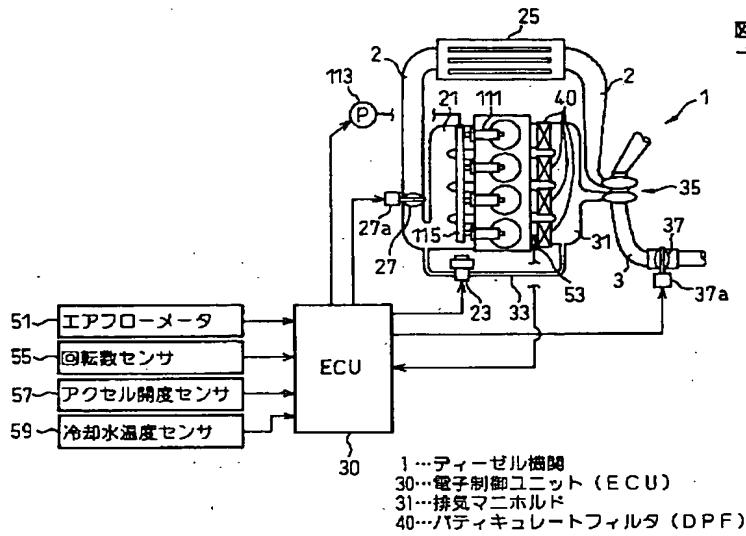
23…EGR弁

40…パティキュレートフィルタ(DPF)

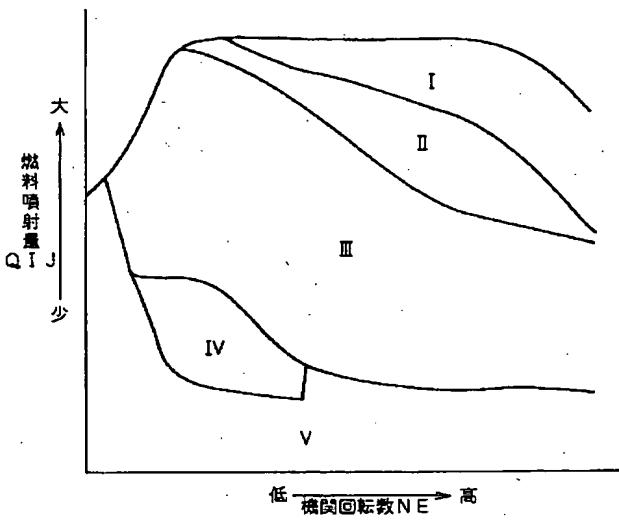
53…排気温度センサ

59…冷却水温度センサ

【図 1】



【図 2】



【図 4】

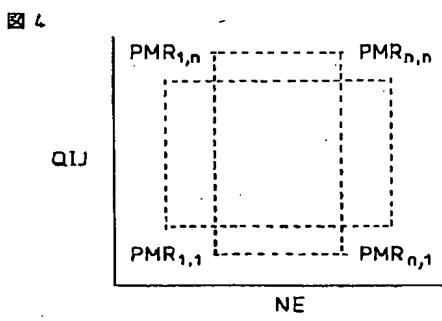
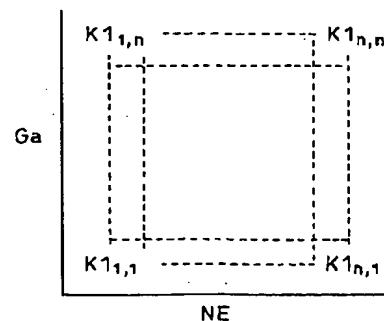
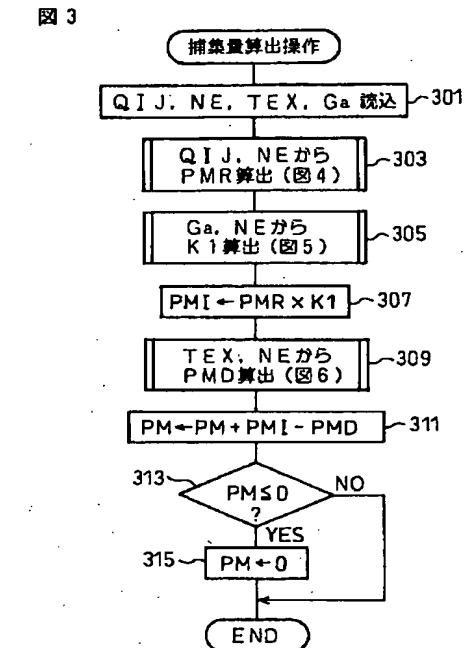


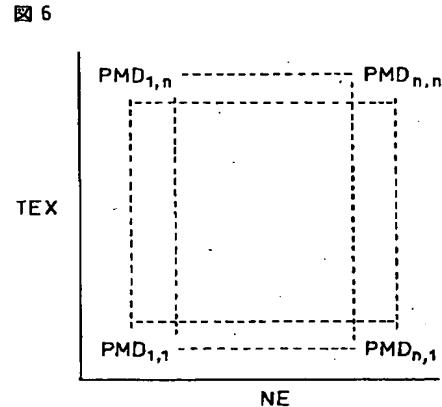
図 5



【図 3】

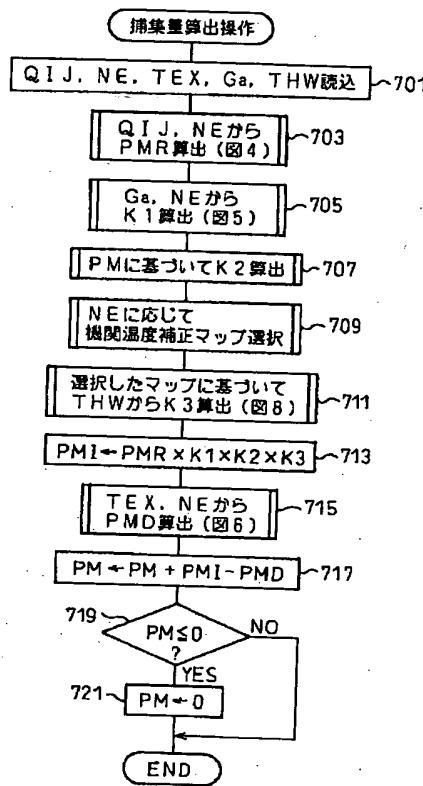


【図 6】



【図7】

図7



【図9】

図9

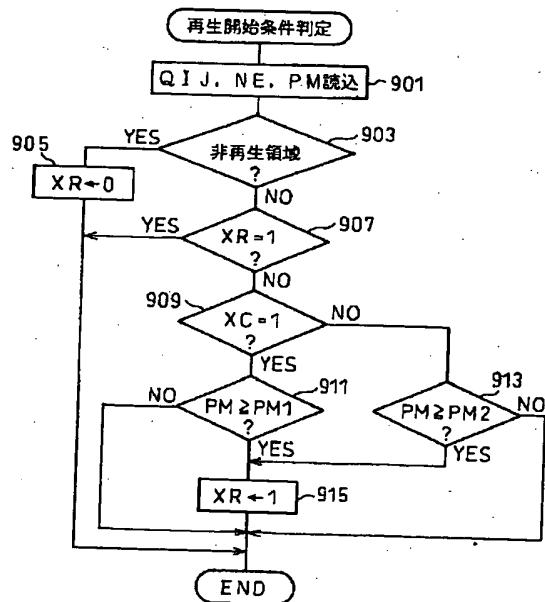
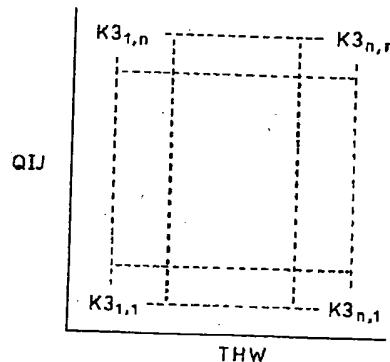
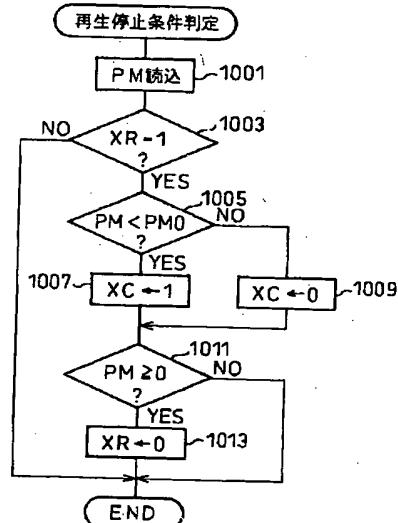


図8



【図10】

図10



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G062 AA01 BA05 BA06 CA06 DA01
EA04 EA11 ED09 GA01 GA06
GA08 GA09
3G090 AA02 AA04 BA01 CA02 CB25
DA12 DA14 DA18 DA20 DB06
DB07 DB10 EA04 EA06 EA07
3G301 HA02 HA13 JA21 KA06 KA23
LA01 MA18 MA23 NC02 NE12
PA01Z PA17Z PD11Z PE01Z
PE08Z

